

PFAS 与流产：寻找新的循证依据

Wendee Nicole

<https://doi.org/10.1289/EHP7479-zh>

研究表明，某些特定的全氟/多氟烷基化合物（PFAS）与啮齿类动物的不良出生结局有关，例如妊娠失败、生长迟缓和幼崽死亡。^{1,2} 在人类中，有一些证据表明 PFAS 与妊娠高血压³、低出生体重³ 和流产相关联。⁴ 最近发表在《环境与健康展望》（*Environmental Health Perspectives*）上的一项嵌套病例对照研究（又称为巢式病例对照研究）进一步评估了 PFAS 暴露是否与人类的流产风险相关联。⁵

这项新研究的作者研究了1996–2002年丹麦国家出生队列研究（Danish National Birth Cohort）招募的女性中，她们暴露于7种PFAS与流产风险之间的关联。研究参与者包括220名流产女性和218名分娩女性的随机样本。该研究第一作者、耶鲁大学公共卫生学院环境卫生科学助理教授 Zeyan Liew 指出，在1996–2002年的研究期间，丹麦和美国的 PFAS 暴露水平相当。

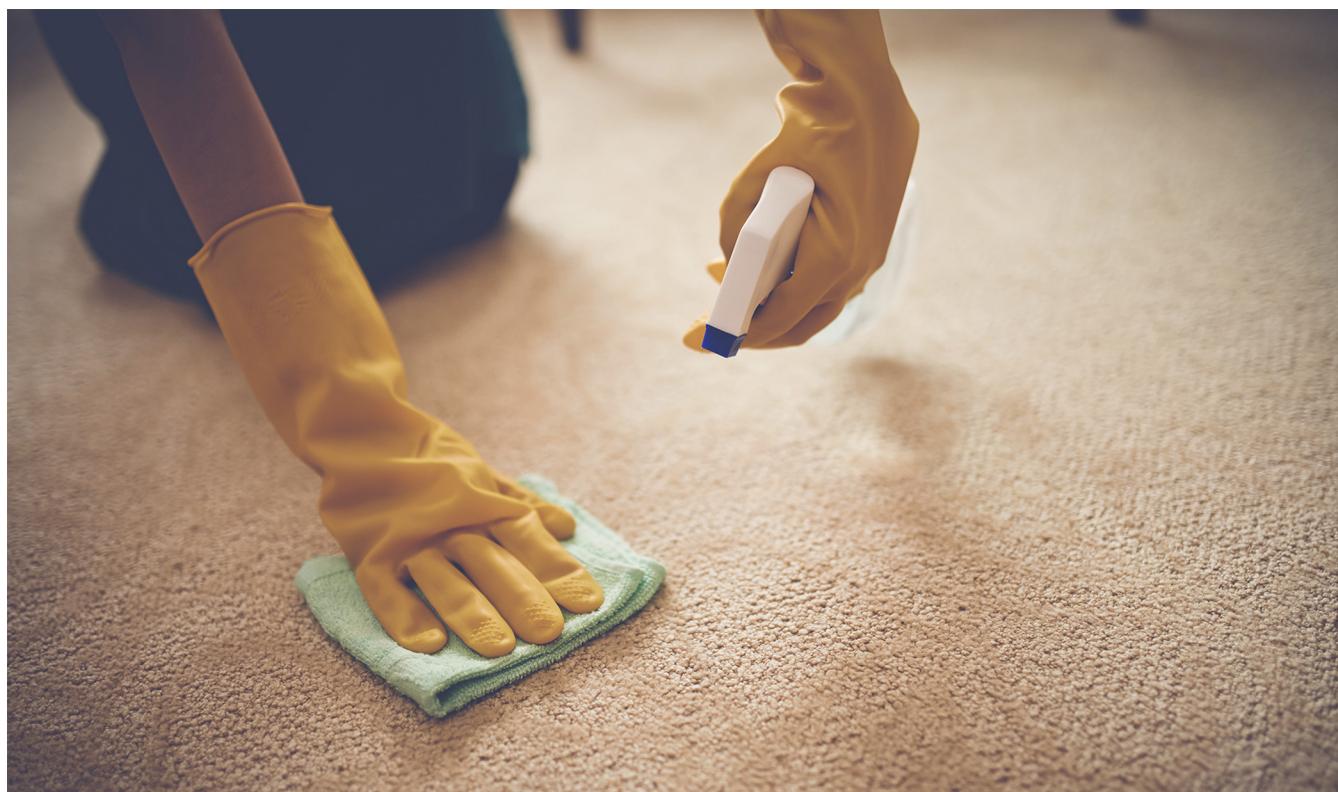
研究人员测试了女性妊娠8周前后的血液样本中的7种 PFAS：全氟辛酸类（PFOA）、全氟辛烷磺酸类（PFOS）、全氟己烷磺酸类（PFHxS）、全氟庚烷磺酸类（PFHpS）、

全氟壬酸类（PFNA）、全氟癸酸类（PFDA）和全氟辛基磺酸类（PFOSA）。这些 PFAS 的其中一些是较新的化学物质，被用作 PFOA 和 PFOS 的替代品。

对混杂因素（产妇年龄、产次、妊娠初期吸烟和饮酒、流产史以及新生儿父母的社会职业地位）进行控制后，作者发现 PFOA 和 PFHpS 与流产的关联最为一致。对于其他3种化学物质：PFOS、PFHxS 以及 PFOSA，某些四分位暴露的估计流产风险较高，但没有明确或一致的暴露-结局模式。流产也与代表所有7种 PFAS 混合物的指数有关。

“总的说来，这是一项非常严谨的研究，为 PFAS 对妊娠失败的潜在影响以及对其他妊娠结局的潜在影响增添了一项有意义的证据，”马萨诸塞大学阿默斯特分校（University of Massachusetts Amherst）流行病学助理教授 Youssef Oulhote 说道（他没有参与这项研究）。“除了依赖于一个特征良好的出生队列之外，这种早期的 PFAS 测量是该研究的主要优点之一。”

Oulhote 补充道，作者考虑了一系列的混杂因素，并通过一套完整的敏感性分析研究了多种情况。“作者试图调整妊娠失



PFAS 是一种持久性环境化学物，存在于防锈和不粘涂料、油漆、清洁产品以及许多消费产品中。从 21 世纪初期至中期以来，2 种广为人知的 PFAS：PFOA 和 PFOS，已经在美国被自愿淘汰，并且在欧盟被限制使用。⁸ 然而，这些化学物质正被相关化合物所替代，人们对这些化合物的潜在健康影响知之甚少。⁹ Image: © iStockphoto/DragonImages

败和生育史的多种危险因素，”他说道，“但不能排除残留的混杂因素。”

产次混淆可能是此类研究中最大的问题。在一项研究中，与未分娩的女性相比，有过生育经历的女性表现出PFAS暴露与妊娠时间的关联更为一致。⁶“尽管在分析中控制了最后一次妊娠结局以及自最后一次妊娠的时间间隔，但对经产妇女的影响估计似乎更大，”Liew解释道，“这引起了人们对女性过往生育可能有残留混淆的担忧。”

加州大学旧金山分校生殖健康与环境项目主任Tracey Woodruff认为这是一项令人关注的研究。“丹麦国家出生队列研究是一个丰富和严谨的前瞻性数据资源，用于解答有关环境暴露和不良妊娠结局的问题，”Woodruff说道（她没有参与这项研究）。“正如作者所指出的，有几项研究发现^{1,2}在血液样本中检测到的PFOA暴露与妊娠失败有关联。这些研究得到了更广泛的动物研究数据的支持。我们应该加强利用动物数据来评估环境因素对流产的影响。”

“归根结底，我们知道这些化学物质是有毒的，”Woodruff说道。“我们已经在许多其他终点的研究中看到了它们的毒性。因此，从这个角度来看，这是一项重要的研究，新增的研究结论表明环境污染物是造成这一问题的原因。鉴于美国大多数人都暴露于PFAS，⁷有必要在州和联邦层面上对减轻这些暴露给予更多的支持。”

Wendee Nicole，居住在休斯顿的获奖自由撰稿人。她的作品发表在《发现》(Discover)、《自然》(Nature)、《科学美国人》(Scientific American)等其他出版物上。

References

1. Lau C, Thibodeaux JR, Hanson RG, Narotsky MG, Rogers JM, Lindstrom AB, et al. 2006. Effects of perfluorooctanoic acid exposure during pregnancy in the mouse. *Toxicol Sci* 90(2):510–518, PMID: 16415327, <https://doi.org/10.1093/toxsci/kfj105>.
2. Luebker DJ, York RG, Hansen KJ, Moore JA, Butenhoff JL. 2005. Neonatal mortality from in utero exposure to perfluorooctanesulfonate (PFOS) in Sprague-Dawley rats: dose-response, and biochemical and pharmacokinetic parameters. *Toxicology* 215(1–2):149–169, PMID: 16129535, <https://doi.org/10.1016/j.tox.2005.07.019>.
3. Gyllenhammar I, Diderholm B, Gustafsson J, Berger U, Ridefelt P, Benskin JP, et al. 2018. Perfluoroalkyl acid levels in first-time mothers in relation to offspring weight gain and growth. *Environ Int* 111:191–199, PMID: 29223808, <https://doi.org/10.1016/j.envint.2017.12.002>.
4. Jensen TK, Andersen LB, Kyhl HB, Nielsen F, Christesen HT, Grandjean P. 2015. Association between perfluorinated compound exposure and miscarriage in Danish pregnant women. *PLoS One* 10(4):e0123496, PMID: 25848775, <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0123496>.
5. Liew Z, Luo J, Nohr EA, Bech BH, Bossi R, Arah OA, et al. 2020. Maternal plasma perfluoroalkyl substances and miscarriage: a nested case-control study in the Danish National Birth Cohort. *Environ Health Perspect* 128(4):047007, PMID: 32319790, <https://doi.org/10.1289/EHP6202>.
6. Bach CC, Matthiesen NB, Olsen J, Henriksen TB. 2018. Conditioning on parity in studies of perfluoroalkyl acids and time to pregnancy: an example from the Danish National Birth Cohort. *Environ Health Perspect* 126(11):117003, PMID: 30417653, <https://doi.org/10.1289/EHP1493>.
7. U.S. Centers for Disease Control and Prevention. 2019. *Fourth National Report on Human Exposure to Environmental Chemicals. Updated Tables, January 2019, Volume One*. https://www.cdc.gov/exposurereport/pdf/FourthReport_UpdatedTables_Volume1_Jan2019-508.pdf [accessed 16 September 2020].
8. Bjerregaard-Olesen C, Bach CC, Long M, Ghisari M, Bossi R, Bech BH, et al. 2016. Time trends of perfluorinated alkyl acids in serum from Danish pregnant women 2008–2013. *Environ Int* 91:14–21, PMID: 26891270, <https://doi.org/10.1016/j.envint.2016.02.010>.
9. Glynn A, Berger U, Bignert A, Ullah S, Aune M, Lignell S, et al. 2012. Perfluorinated alkyl acids in blood serum from primiparous women in Sweden: serial sampling during pregnancy and nursing, and temporal trends 1996–2010. *Environ Sci Technol* 46(16):9071–9079, PMID: 22770559, <https://doi.org/10.1021/es301168c>.